Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol. | 17 | 279—290 | München, 6. 7. 19[illegible]

Alter und Entstehung der Pseudo-Impaktstruktur Pfahldorfer „Becken" auf der Südlichen Frankenalb

Von Horst Gall und Dieter Müller*)

Mit 3 Abbildungen

Kurzfassung

Eine kritische Betrachtung des Pfahldorfer „Beckens" auf der Südlichen Frankenalb zeigt, daß nicht ein einziger eindeutiger Hinweis auf einen Impaktkrater vorliegt.

Die Morphologie des „Beckens" ist durch alte Talbildung und Verkarstung zu erklären, seine „Füllung" gehört zur präriesischen Oberen Süßwassermolasse und ist damit älter als die Ries-Katastrophe.

Abstract

Age and origin of the pseudo-impact structure Pfahldorf „Basin" on the Southern Franconian Alb (Bavaria): A critical review of the Pfahldorf „Basin" situated on the Southern Franconian Alb shows that there is no unambiguous evidence of its origin as an impact crater.

The morphology of the „Basin" can be explained by the formation of ancient valleys and by Karst features; its „filling" belongs to the „pre-Riesian" beds of the Upper Freshwater Molasse. This proves that the Pfahldorf „Basin" precedes the Ries impact.

Inhalt

I. Einführung 280
II. Das Pfahldorfer „Becken" 280
1. Geographie 280
2. Morphologie 281
3. Mechanische Beanspruchung 283
4. „Beckenfüllung" 285
a) Sedimente 285
b) Fossilinhalt und Alter 286
5. Entstehung des Pfahldorfer „Beckens" 287
Schriftenverzeichnis 289

*) Dr. H. Gall, Bayerische Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie; Dr. D. Müller, Universitätsinstitut für Paläontologie und historische Geologie, Richard-Wagner-Straße 10, 8000 München 2.

I. Einführung

Nördlinger Ries und Steinheimer Becken sind durch neuere Forschungen als Sprengkrater meteoritischer Entstehung erkannt worden (vgl. BAYER. GEOL. LANDESAMT 1969, 1977). Da eine Entstehung der annähernd altersgleichen Strukturen durch zwei voneinander unabhängige Impakt-Vorgänge angesichts der Seltenheit derartiger Ereignisse kaum vorstellbar ist, wurde schon frühzeitig an einen einzigen Bildungsvorgang durch mehrere Bruchstücke ein- und desselben großen Himmelskörpers gedacht.

Damit jedoch waren grundsätzlich noch weitere kleine synchrone Krater in der Umgebung des Rieses zu vermuten, und in der Folgezeit erhielt — noch ganz unter dem Eindruck der sich nun endlich abzeichnenden Lösung des lange Zeit heftig umstrittenen Ries-Problems — die Suche nach derartigen Strukturen großen Auftrieb.

Ein lohnendes Objekt hierfür bot durch ihre noch weitgehend erhaltene obermiozäne Landoberfläche mit zahlreichen rundlich-wannenförmigen Vertiefungen sowie die Existenz zahlreicher Obermiozän-Ablagerungen, deren exakte Ältereinstufung mangels neuerer Bearbeitungen noch einen gewissen Freiraum übrig ließ, die Südliche Frankenalb.

Als erster glaubte ILLIES (1969) mit dem „Becken" von Pfahldorf sowie den benachbarten Hohlformen von Sornhüll und Mandelgrund weitere, Ries-synchrone Impaktstrukturen gefunden zu haben, gefolgt von STORZER, GENTNER & STEINBRUNN (1971), RUTTE (1971) und STUCKE (1973). RUTTE (1971, 1972, 1974, 1975) vergrößerte die Zahl solcher vermeintlicher Strukturen auf der Süd-Frankenalb ganz erheblich: Mendorf, Sausthal, „Hemauer Pulk", Wipfelsfurt, Viehhausen, Willenhofen, Saal u. a.. Die (Fehl-)Deutungen wurden meist kritiklos übernommen und schon bald war von einer „Süddeutschen Kraterkette" (SANDNER 1975) und von einem „Large Crater Field" in „Central Europe" (CLASSEN 1975) die Rede.

Während aber im Steinheimer Becken und im Ries, gestützt auf die zahlreichen dortigen Phänomene (Morphologie, Tektonik, Auswurfsmassen, Stoßwelleneffekte, isolierte Kratersedimente) eine gewaltsame Entstehung von Anfang an unbestritten war, ist eine solche bei sämtlichen der später beschriebenen und angeblich zeitsynchronen Strukturen trotz Anwendung modernster mineralogisch-sedimentologischer Untersuchungsmethoden bis heute nicht bewiesen.

Für das am längsten und besten bekannte Pfahldorfer „Becken" soll hier gezeigt werden, daß bei dieser Struktur, die zudem älter als der Ries-Impakt eingestuft werden muß, Talformung, Verkarstung und Sedimentation am Nordrand des Molassebeckens eine einfachere und wahrscheinlichere Deutung gestatten. Eine kritische Betrachtung der zahlreichen anderen Pseudo-Impaktkrater sowie der „Alemonitisierung" soll gesondert (GALL & MÜLLER 1977) vorgenommen werden.

II. Das Pfahldorfer „Becken"

1. Geographie

Das Pfahldorfer „Becken" liegt im mittleren Teil der Südlichen Frankenalb (vgl. Abb. 1), 13 km NE Eichstätt (Gradabteilungsblatt 7033 Titting und 7034 Kipfenberg), mit seinen tiefsten Teilen zwischen 25 und 50 m in die kuppige Albhochfläche eingesenkt, was größenordnungsmäßig mit Depressionen des obermiozänen

Albreliefs übereinstimmt. Der Durchmesser des „Beckens“ soll nach STUCKE (1973, 107) etwa 2 km betragen, doch erscheint der Außenrand in Anbetracht der tatsächlichen Morphologie recht willkürlich gezogen.

2. Morphologie

Das Pfahldorfer „Becken“ wird von ILLIES (1969: 17) als „schüsselförmig“, von STUCKE (1973: 107) sogar als „annähernd kreisrund“ bezeichnet. Indessen kann mit einer eindeutigen Kraterstruktur meteoritischer wie vulkanischer Entstehung (Nördlinger Ries, Steinheimer Becken, Randecker Maar u. a.) nur eine sehr entfernte Ähnlichkeit festgestellt werden.

Viel einfacher läßt sich das „Becken“ als Ergebnis einer langanhaltenden, flachgründigen präobermiozänen Zertalung in Verbindung mit Lösungsverwitterung und subterraner Verkarstung deuten (vgl. auch v. EDLINGER 1964: 64 f., Abb. 33).

Ein nur wenig eingeschnittenes, präobermiozän angelegtes Hochtal mit mehreren kleinen Talspitzen beginnt SE Hirnstetten (vgl. Abb. 2), zieht dann in südöstliche Richtung südlich an Pfahldorf vorbei bis zum Ziegelhof 1 km SSE Pfahldorf und wird dort vom Steilhang des heutigen Altmühltales abgeschnitten. Seine ursprüngliche Fortsetzung ist jenseits des Altmühltales gegen das Gebiet der nördlichsten Vorkommen der Oberen Süßwassermolasse (OSM) entweder im Raum Gelbelsee — Denkendorf oder Attenzell — Schelldorf zu suchen. Unmittelbar SW Pfahldorf, wo die erwähnten Talspitzen — mit dazwischenliegendem „Innerem Wall“ bei STUCKE (1973: 107) — zusammenlaufen, wird es zu einer größeren,

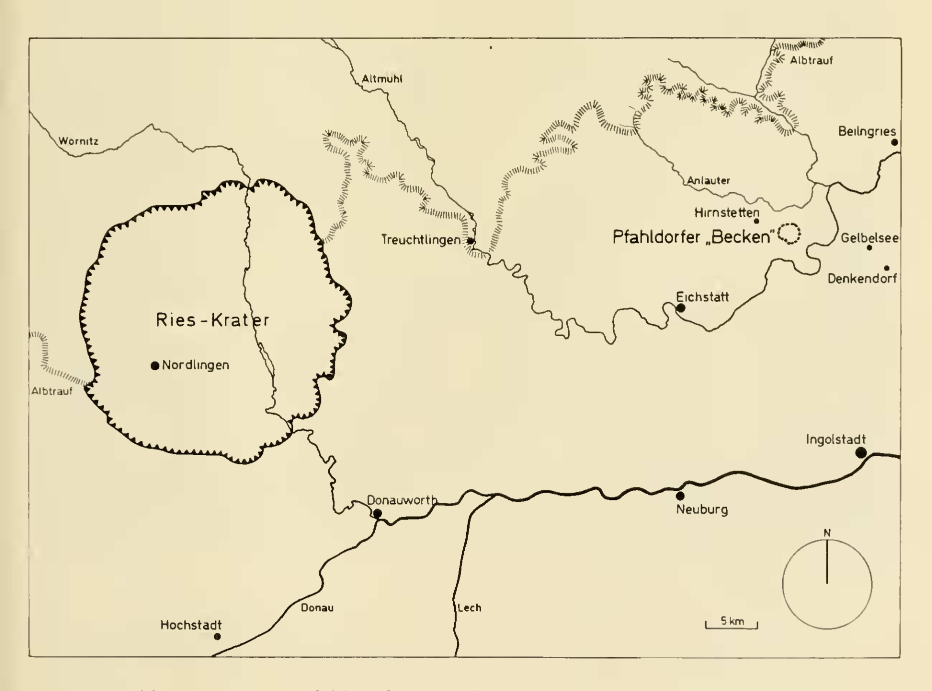


Abb. 1: Lage des Pfahldorfer „Beckens“ auf der Südlichen Frankenalb.

nur wenige Meter eingesenkten Karstwanne erweitert. Nordöstlich davon verläuft ein NW-SE-streichender Rücken mit einer Einsattelung, auf der die Ortschaft Pfahldorf liegt. Gegen NE folgt eine ca. 300 m große und etwa 20 m tiefe Doline (mit der Pfahlquelle am SW-Rand), die gegen Norden in eine tief eingeschnittene, zur Anlauter herabziehende junge Schlucht überleitet.

Von einer einfachen Kraterstruktur, wie sie besonders bei einem kleinen Einschlag zu erwarten wäre (vgl. etwa Gault et al. 1968), kann also in Anbetracht der gegen SE gerichteten, durch Dolinen überprägten, flachwelligen Zertalung nicht die Rede sein.

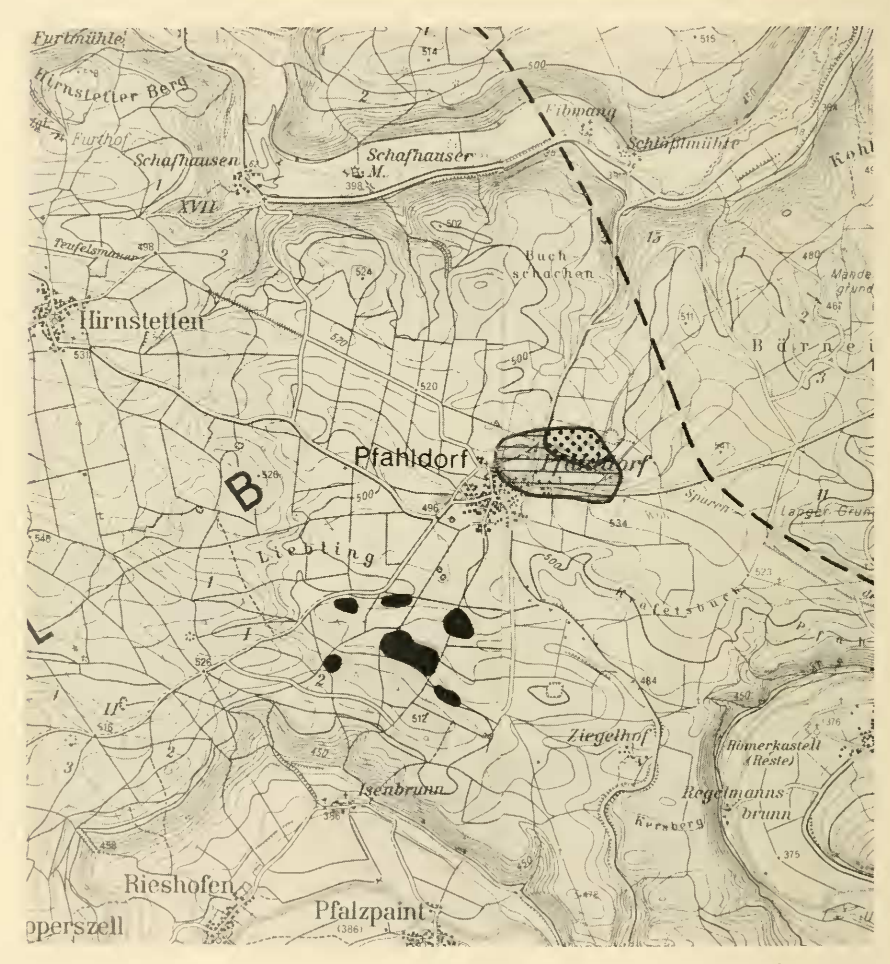


Abb. 2: Morphologie und Obermiozän-Ablagerungen des Gebietes um Pfahldorf. Unterbrochene Linie: Nordgrenze des OSM-Ablagerungsraumes; punktiert: Bohnerzton; schraffiert: Süßwasserkalke; schwarz: terrestrische Krustenkalke. (Kartengrundlage: Topographische Karte 1 : 50 000, Blatt L 7132 und L 7134; Wiedergabe mit Genehmigung des Bayer. Landesvermessungsamtes München, Nr. 10857/76).

Der von STUCKE (1973) angeführte „Innere Wall“ stellt lediglich einen trennenden Rücken zwischen der nördlichen und der mittleren der genannten Talspitzen dar und hat mit einer Ringstruktur, wie sie in größeren Kratern auftreten, nichts zu tun. Dasselbe gilt für den von ILLIES (1969: 17) zwischen der mittleren und der südlichen Talspitze angeführten halbkreisförmigen Rücken (vgl. Abb. 2). Davon abgesehen treten innere Ringwälle in irdischen Kratern erst bei einem Gesamtdurchmesser von > 8—10 km auf (vgl. GALL, MÜLLER & POHL 1977).

Als weiteres Argument morphologischer Art für einen Impaktkrater führt STUCKE (1973: 107) „wallartige Erhebungen am Beckenrand“, welche „nach außen sanft abfallen“, an. Auch diese halten aber keiner kritischen Überprüfung stand. Im Westen und Osten schließt die von junger Zertalung noch wenig betroffene Albhochfläche mit ihrem unregelmäßig-kuppigen, durch präobermiozäne Talbildung und Verkarstung geprägten Relief an das „Becken“ an. Lediglich gegen S und N ist auch ein stärkeres, auswärts gerichtetes Abfallen zu bemerken, das hier aber durch die junge (plio-pleistozäne) Erosion von Altmühl-Donau und Anlauter verursacht wird.

Die Morphologie sowohl des Pfahldorfer „Beckens“ als auch seiner Umgebung ist also mit einer Impakt-Entstehung nicht zu vereinbaren.

3. Mechanische Beanspruchung

Den Unterbau des Pfahldorfer „Beckens“ und seiner näheren Umgebung bilden ruhig gelagerte Dolomite (untergeordnet auch Massenkalke) des Malm-Delta (vgl. C. DORN 1940, v. EDLINGER 1964, SCHNITZER 1965). Vor allem die Dolomite und dolomitischen Kalke sind oberflächlich stärker zerklüftet und z. T. zu Dolomitsand zersetzt, woraus ILLIES (1969) — gefolgt von STUCKE (1973) — eine durch Impakt bedingte Zertrümmerung folgert.

Nach Beobachtungen in Aufschlüssen am nordöstlichen und südöstlichen „Bekkenrand“ sind diese Gesteine entsprechend ihrer Natur als dolomitisierte Riffkalke lediglich etwas stärker geklüftet und von den Klüften ausgehend selektiv zu Dolomitasche zersetzt, wodurch eine bröckelige Struktur entsteht. Mit zerrütteten oder vergriesten Gesteinen aus dem Ries sind sie überhaupt nicht vergleichbar. Dieselbe Ansicht vertreten bereits REIFF (1974) und SCHMIDT-KALER (1974: 128).

Auf die von ILLIES (1969) und STUCKE (1973) als weiteres Argument angeführten Brekzien an der Basis der „Beckenfüllung“, die lediglich an Malmschutt reiche obermiozäne Krustenkalke darstellen, wie sie als Basalfazies der OSM auf der S-Frankenalb weit verbreitet sind, wird in Kap. 4 a eingegangen.

Als gewichtigstes Argument für eine Impaktentstehung des Pfahldorfer „Bekkens“ müssen die von ILLIES (1969) angeführten Strahlenkalke (Shatter Cones), besonders aus dem Dolomitbruch E Pfahldorf, betrachtet werden. Indessen wurden — obwohl der noch heute offene Dolomitbruch in der Folgezeit immer wieder abgesucht wurde— keine weiteren Funde mehr von dort bekannt (vgl. STUCKE 1973; SCHMIDT-KALER 1974: 128; REIFF 1974: 377 f.; SCHNITZER & BAUSCH 1974: 263); auch die von ILLIES gefundenen „Shatter Cones“ sind seitdem unglücklicherweise verschollen (vgl. REIFF 1974: 377 f.).

Dagegen fanden sich als Einschaltungen in mergeligen Obermiozän-Sedimenten der „Beckenfüllung“, die beim Bau der Umgehungsstraße N Pfahldorf vorüber-



Abb. 3: Pseudo-Strahlenkalk aus dem Pfahldorfer „Becken“ (büschelig-radialfaserige Kalkspat-Ausscheidung); Höhe 4 cm.

gehend erschlossen waren, bis 4 cm mächtige Lagen aus büschelig-radialfaserigem, unreinem Kalkspat, die äußerlich an Strahlenkalke erinnern (vgl. Abb. 3). Möglicherweise sind sie in ihrer Genese verwandt mit den von SCHNITZER & BAUSCH (1974) unter anderem auch von Pfahldorf (SW-„Beckenrand“) beschriebenen kalzitisierten strahligen Aragoniten, die mit Vorbehalt als deszendente Lösungsausscheidungen gedeutet werden (SCHNITZER & BAUSCH 1974: 262 ff.). Um echte Shatter Cones handelt es sich jedenfalls nicht.

Die von ILLIES (1969) als weiteres Argument angeführten randparallelen Störungen sind aus mehreren Gründen zum Nachweis einer Impakt-Entstehung ungeeignet. Einerseits wird keinerlei Richtung angegeben; nach Abb. 12 bei ILLIES (1969: 19) dürfte ihre Streichrichtung etwa 120—140°, d. h. herzynisch sein, was einer der Hauptkluftrichtungen in der S-Frankenalb entspricht (vgl. SCHNITZER

1965). Andererseits geht aus der Beschreibung von ILLIES nicht hervor, ob es sich hier tatsächlich um eine vorherrschende Richtung in dem Aufschluß handelt, wodurch eine diesbezügliche Wertung unterbleiben muß. Etwas intensiver hat sich STUCKE (1973: 108) mit den Kluftrichtungen befaßt, doch auch er konnte keine radiale oder konzentrische Anordnung in bezug auf das Pfahldorfer „Becken" belegen.

4. „Beckenfüllung"

a) Sedimente: Obermiozäne Sedimente im Pfahldorfer Gebiet treten einerseits in geschlossenem Verband (750 × 500 m) im Bereich der Großdoline unmittelbar NE Pfahldorf zwischen 490 und ca. 530 m NN, andererseits in Gestalt mehrerer kleinerer Vorkommen (bis 650 × 150 m) am südlichen Rand der Karstwanne SW Pfahldorf zwischen 490 und 510 m NN auf (vgl. BIRZER 1939, C. DORN 1940, SCHNITZER 1965, STUCKE 1973) (vgl. Abb. 2).

Das Hauptvorkommen setzt sich basal (unterhalb ca. 505 m NN) aus einem bis 13 m mächtigen terrestrischen Rotton und darüber einer Mergel/Süßwasserkalkfolge von 25 m maximaler Mächtigkeit zusammen (C. DORN 1940; eigene Begehungen).

Der basale Ton tritt auf den Äckern im Dolinenbereich östlich der Pfahlquelle (300 m NE Pfahldorf) flächenhaft zu Tage: umgelagerter braunroter Residualton der Karbonatverwitterung mit Bohnerzen, ziemlich rein, im höheren Teil mit blaßroten Kalkknöllchen (bis faustgroß) und in die hangenden Süßwasserkalke überleitend.

Diese Süßwasserkalke stehen am SW- und S-Rand der Großdoline an und werden durch Baugruben im NE-Ortsteil von Pfahldorf gelegentlich erschlossen: weißliche bis hellgelbe, harte lutitische Kalke mit zahlreichen Süßwasser-, zurücktretend Landgastropoden, übergehend in hellgrünlich-gelbe mergelige Kalke mit Zwischenlagen von hellgraugrünen Tonmergeln. Aus derartigen Mergeln und Tonmergeln stammen auch die bereits erwähnten Strahlenkalk-ähnlichen Gebilde. Untergeordnet treten fossilleere, hellgelblich-graue Onkolithe, Knollenkalke und teilweise intraklastische Brekzien- und Krustenkalke auf. Vor allem die intraklastischen Brekzienkalke zeigen eine gewisse Ähnlichkeit mit zertrümmerten Weißjura-Gesteinen. Echte Malm-Brecciengesteine, wie sie ILLIES (1969) erwähnt, wurden im Pfahldorfer „Becken" nicht gefunden.

Die Obermiozän-Kalke am Südrand des Pfahldorfer „Beckens" bestehen aus hell- bis dunkelbraungrauen, z. T. auch gelblichen, gebänderten, häufig intraklastischen, fossilleeren Krustenkalken (vgl. v. EDLINGER 1964: 60; eigene Begehungen).

Schwermineralanalysen: Um die Herkunft des Materials der Pfahldorfer „Beckenfüllung" zu klären, wurden Sedimentproben aus verschiedenen Niveaus entnommen und am Bayerischen Geologischen Landesamt auf ihren Schwermineralbestand hin untersucht. Herrn Präsidenten Prof. Dr. H. VIDAL und dem Sachbearbeiter ORR Dr. M. SALGER sei dafür sehr herzlich gedankt.

Probenmaterial

Nr. 1: Mergelton, Umgehungsstraße NE Pfahldorf;
Blatt 7034 Kipfenberg, R 4451 400, H 5425 300, 510 m NN.

Nr. 2: Mergelton, Kanalisation und Bauaushub Pfahldorf-E;
Blatt 7034 Kipfenberg, R 4451 650, H 5425 000, 520 m NN.
Nr. 3: Kalkmergel, Kanalisation und Bauaushub Pfahldorf-E;
Blatt 7034 Kipfenberg, R 4451 650, H 5425 000, 520 m NN.

Nr. 4: Roterde mit Bohnerz, NE Pfahldorf;
Blatt 7034 Kipfenberg, R 4451 550, H 5425 300, 495 m NN.

Analysen

60 — 100 μ

Probe Nr.	Granat %	Zirkon %	Turmalin %	Rutil %	Apatit %	Epidot + Zoisit %	Staurolith %	Disthen %	Andalusit %	Anzahl der Körner
1	15	42	24	7	1	5	5	1		210
2	5	40	10	7	2	15	16	3	1	221
3	17	21	13	3	1	43	2			220
4	3	66	19	7		1	3		1	391

100 — 250 μ

Probe Nr.	Granat %	Zirkon %	Turmalin %	Rutil %	Apatit %	Epidot + Zoisit %	Staurolith %	Disthen %	Andalusit %	Anzahl der Körner
1	20	20	40	2		10	4	4		50
2	11		9	7		2	60	11		44
3	39	20	11	10	2	9	5	4		80
4	5	27	54	7			7			56

Die Proben Nr. 1—3 zeigen untereinander verwandte Schwermineralspektren. Die Gesellschaften weisen auf Grund der hohen Granat-, Staurolith- und vor allem Epidot-Gehalte auf vorwiegend alpine Herkunft hin; sie entsprechen in diesen Assoziationen sowohl den bisher nördlichsten bekannten Vorkommen der OSM auf der Südlichen Frankenalb im Raum Denkendorf (vgl. Schnitzer 1953), als auch der OSM in Niederbayern (vgl. Grimm 1957). Allerdings spiegelt sich in etwas erhöhten — nicht nur durch Verwitterungsprozesse erklärbaren — Zirkon- und Turmalin-Anteilen eine gewisse Beeinflussung der OSM-Sedimentation am äußersten Nordrand des Molassebeckens von der Alb wider.

Die Probe Nr. 4 zeigt das von einem außeralpinen Sediment erwartete Ergebnis: die Mineralgesellschaft Zirkon-Turmalin belegt eine Herkunft des Materials von Norden aus Verwitterungsprodukten der Alb (vgl. Schnitzer 1953).

b) Fossilinhalt und Alter: Die Süßwasserkalke des Hauptvorkommens NE Pfahldorf — und nur sie — sind sehr reich an teilweise mit Schale, sonst als Steinkerne oder Abdrücke überlieferten Süßwassergastropoden, untergeordnet auch Landschnecken.

Insgesamt wurden beobachtet:

	D	1	2
1. *Bithynia (Bithynia)* cf. *glabra curta* (Locard)		+	
2. *Lymnaea (Radix) socialis socialis* (Klein)	+		
3. *Lymnaea (Radix) socialis dilatata* (Noulet)	+	+	+
4. *Gyraulus trochiformis kleini* (Gottschick & Wenz)		+	+
5. *Planorbarius cornu mantelli* (Dunker)	+	+	+
6. *Truncatellina* cf. *lentilii* (Miller)			+

7.	*Vertigo (Vertigo)* cf. *callosa callosa* (Reuss)			+
8.	*Gastrocopta* sp.			+
9.	*Palaeoglandina gracilis porrecta* (Gobanz)	+		
10.	*Leucochroopsis kleini kleini* (Klein)	+		
11.	*Klikia (Klikia) giengensis giengensis* (Klein)	+		
12.	*Tropidomphalus (Pseudochloritis) incrassatus* cf. *incrassatus* (Klein)		+	
13.	*Cepaea eversa larteti* (Boissy)			+
14.	*Cepaea renevieri* (Maillard)	+		
15.	*Cepaea* cf. *silvana silvana* (Klein)			+

(D = C. Dorn 1940: 330 f., Nomenklatur modernisiert nach Wenz 1923—1930, 1938—1944 und Wenz & Zilch 1959—1960; 1 = Umgehungsstraße N Pfahldorf; 2 = angefahrene Blöcke im Dolomitbruch NE Pfahldorf).

Das Alter der Pfahldorfer Süßwasserkalke hat bereits C. Dorn (1940: 331) als älteres Obermiozän = Torton bestimmt. Durch die eigenen Aufsammlungen wird dies voll und ganz bestätigt.

Die 14 stratigraphisch verwertbaren Gastropodenarten lassen sich mit Formen des Tortons (Nr. 13., 15.), Aquitans bis Tortons (11.), Tortons bis Sarmats (6., 9., 10., 12.), Durchläufern vom Mittelmiozän bis ins Obermiozän-Unterpliozän (3., 4., 5., 7., 14.) und nur in 2 Fällen des Sarmats (1., 2.) vergleichen. Bei den sarmatischen Arten handelt es sich um Süßwassergastropoden, deren Morphologie — wie rezente Verwandte (vgl. Ložek 1964: 166, 177 f.) zeigen — in starkem Maße von ökologischen Einflüssen abhängt, so daß ihnen keine stratigraphische Bedeutung zukommt.

Noch exakter läßt sich das Alter der Pfahldorfer Süßwasserkalke durch Vergleich ihrer Fauna mit der der präriesischen OSM-Ablagerungen von Bieswang sowie der postriesischen Altmühl-Rezat-Staubeckensedimente zwischen Treuchtlingen und Rittersbach (SW Roth b. Nürnberg) angeben (vgl. Birzer 1969, D. Müller 1977). Die Pfahldorfer Gastropoden zeigen nicht nur in ihrem Artbestand, sondern sogar in ihrer quantitativen Zusammensetzung und der Größenentwicklung der Individuen sehr enge Beziehungen zur Fauna der präriesischen OSM von Bieswang, andererseits sehr deutliche Unterschiede zu der der postriesischen Sedimente des Altmühl-Rezat-Staubeckens. Sie müssen daher zeitlich der präriesischen OSM zugeordnet werden und gehören ebenso wie diese ins ältere Torton (vgl. D. Müller 1977).

Das Pfahldorfer „Becken" ist demnach nicht synchron mit dem Rieskrater, sondern schon bedeutend früher entstanden; ein genetischer Zusammenhang mit dem Ries scheidet damit aus.

5. Entstehung des Pfahldorfer „Beckens"

Das Pfahldorfer „Becken" liegt ungefähr am Nordrand des Sedimentationsraumes der präriesischen OSM auf der Südlichen Frankenalb; allein dadurch liegt die Annahme eines Zusammenhangs mit der Molassesedimentation nahe (vgl. auch Birzer 1969). Glimmersande alpiner Herkunft sind nordwärts bis ins Gebiet von Denkendorf (5 km ESE Pfahldorf) verbreitet, Süßwasserkalke waren bisher schon bis Gelbelsee (4 km ESE Pfahldorf — in derselben geographischen Breite wie die Krustenkalke in Pfahldorf-SW) bekannt (vgl. C. Dorn 1939; Schnitzer 1956). Ein gewichtiges Argument für einen genetischen Zusammenhang liegt bereits in der Altersgleichheit der Pfahldorfer Sedimente mit der präriesischen OSM; besonders

auch deshalb, weil auf der verkarsteten Hochalb nur unter ganz bestimmten Voraussetzungen Süßwasserkalk-Bildung möglich war. Niederschlagswässer beispielsweise in abgedichteten Dolinen waren hierfür nicht ausreichend (vgl. ANDRES 1951: 20 f.), vielmehr mußte der normalerweise tief gelegene Karstwasserspiegel vorübergehend bis in die Nähe der Oberfläche ansteigen, wofür wiederum regionale Absenkung mit Ausweitung der Molassesedimentation gegen Norden Voraussetzung war.

Die Sedimentation der präriesischen OSM wurde aber durch eine Heraushebung bereits einige Zeit vor dem Ries-Impakt beendet (vgl. HÜTTNER 1961, GALL 1971a), wodurch der Karstwasserspiegel wieder tief absank. Wäre das Pfahldorfer „Becken" tatsächlich — entsprechend den Vorstellungen von ILLIES (1969) und STUCKE (1973) — durch einen Ries-synchronen Kometeneinschlag entstanden, so hätten sich in dem flachen, hoch über dem Karstwasserspiegel liegenden Krater zu dieser Zeit (Obertorton) gar keine Süßwasserkalke bilden können. Ihre Sedimentation wäre erst wieder an der Wende Miozän/Pliozän möglich gewesen, als die Alb im Zuge einer letzten regionalen Absenkung in den Einflußbereich der jüngsten OSM (jüngere Schichtserie; DEHM 1955) geriet (vgl. GALL 1971b). Wie bereits dargelegt, ist die Pfahldorfer Gastropodenfauna aber nur mit der der präriesischen OSM vergleichbar und schließt jegliches jüngere Alter (Obertorton oder gar Sarmat/Pont) aus.

C. DORN (1940: 329 f.) hob noch hervor, daß wegen des Fehlens von Glimmersandeinschwemmungen die Pfahldorfer Sedimente keinen direkten Zusammenhang mit dem Molassebecken gehabt hätten. Und in der Tat muß dies für den tieferen Teil der Sedimente NE Pfahldorf bestätigt werden. Der basale Rotton zeigt ein Schwermineralspektrum (S. 286), das auf eine Herkunft seines Materials von der Alb, also von Norden her, hinweist. Davon abgesehen wird der Ablagerungsraum dieser bereits bei 490 m NN einsetzenden „Teilbeckenfüllung" gegen SW von einem bis über 505 m NN aufsteigenden Malmrücken begrenzt und auch eine Verbindung über das Anlautertal im NE (heutiger Abfluß) zu den Molassegebieten bei Denkendorf ist bei dem flachen obermiozänen Relief der Albhochfläche mit seiner generell gegen Süden gerichteten Entwässerung äußerst unwahrscheinlich. Damit sind der basale Rotton und vielleicht noch ein Teil der darüber folgenden Süßwasserkalke (unterhalb 510 m NN) als Ablagerungen in einem lokalen, durch den hochreichenden Karstwasserspiegel gespeisten Dolinensee zu deuten. Mit einer Impaktkrater-Füllung haben diese Sedimente aus den bereits genannten vielfachen Gründen aber nichts zu tun.

Völlig getrennt von dieser Dolinenhohlform liegen die als terrestrische Krustenkalke zu deutenden Ablagerungen SW Pfahldorf im Bereich des NW-SE-streichenden präobermiozänen Talsystems. Auch sie können in Karsthohlformen gebildet sein.

Die über 510 m NN liegende Mergel/Süßwasserkalkfolge im Pfahldorfer „Becken" hingegen ist durch typisch alpine Schwermineralassoziationen gekennzeichnet (vgl. S. 285 f.). Sie gehört damit zur OSM, deren Sedimentationsbereich nordwärts mindestens bis ins Gebiet um Pfahldorf gereicht haben muß (vgl. Abb. 2).

Terrestrische und limnische Karbonatgesteine bilden die letzten bis heute überlieferten Erosionsrelikte der ursprünglichen Sedimentfüllung. Diese war wahrscheinlich überwiegend aus Tonmergeln zusammengesetzt und hatte nach dem Übergreifen der von tiefen Dolinen ausgehenden Sedimentation über die trennenden Weiß-

jura-Rücken hinweg direkte Verbindung zum Molassebecken. Durch die spätere Abtragung wurden die Obermiozän-Ablagerungen unter Exhumierung des prä-obermiozänen Reliefs bis auf die wenigen Reste entfernt. Zu einer weiteren Veränderung kam es — abgesehen von der jungen Talbildung von Altmühl-Donau und Anlauter — infolge der Verkarstung des Weißjura nicht mehr.

Das Pfahldorfer „Becken" bietet durch seine Morphologie und Geologie ein ganz besonders instruktives Beispiel für die im einzelnen oft sehr differenzierten und besonderen Ablagerungsbedingungen am Nordsaum des Molassetroges. Ähnliche Verhältnisse sind auf der Südlichen Frankenalb mit ihrem durch die Verteilung von Schicht- und Riff-Fazies des Weißjura sowie alte Talanlagen und Verkarstung geprägten Relief noch öfters gegeben und müssen bei jeder Diskussion über kraterverdächtige Strukturen an erster Stelle berücksichtigt werden.

Schriftenverzeichnis

Andres, G. (1951): Die Landschaftsentwicklung der südlichen Frankenalb im Gebiet Hofstetten — Gaimersheim — Wettstetten nördlich von Ingolstadt. — Geologica Bavarica, **7**: 1—57, 8 Abb., 4 Taf., 1 geol. Kt.; München.

Bayerisches Geologisches Landesamt (Hrsg.) (1969): Das Ries. Geologie, Geophysik und Genese eines Kraters. — Geologica Bavarica, **61**: 478 S., 168 Abb., 23 Tab., 7 Beil.; München.

Bayerisches Geologisches Landesamt (Hrsg.) (1977): Die Forschungsbohrung Nördlingen 1973. — Geologica Bavarica, **75**; München.

Birzer, F. (1939): Verwitterung und Landschaftsgeschichte in der Südlichen Frankenalb. — Z. dt. geol. Ges., **91**: 1—57; Berlin.

Birzer, F. (1969): Molasse und Ries-Schutt im westlichen Teil der Südlichen Frankenalb. — Geol. Bl. NO-Bayern, **19** (1/2): 1—28, 2 Abb., 1 Taf.; Erlangen.

Classen, J. (1975): A Large Crater Field recognized in Central Europe. — Sky and Telescope, **49** (6): 365—367, 6 Abb.; Cambridge/Mass.

Dehm, R. (1955): Die Säugetier-Faunen in der Oberen Süßwassermolasse und ihre Bedeutung für die Gliederung. — In: Erl. Geol. Übersichtskarte Süddeutsch. Molasse 1 : 300 000: 81—88; München.

Dorn, C. (1939): Die obermiocänen Süßwasserablagerungen von Denkendorf. — Zbl. Mineral. etc., **1939** (B): 160—181, 5 Abb.; Stuttgart.

Dorn, C. (1940): Beiträge zur Kenntnis der obermiozänen Süßwasserablagerungen der Altmühlalb. — Zbl. Mineral. etc., **1940** (B): 321—333; Stuttgart.

Edlinger, G. v. (1964): Faziesverhältnisse und Tektonik der Malmtafel nördlich Eichstätt/Mfr.. Mit feinstratigraphischer und paläogeographischer Bearbeitung der Eichstätter Schiefer-Vorkommen. — Erlanger geol. Abh., **56**: 75 S., 37 Abb., 1 geol. Kt.; Erlangen.

Gall, H. (1971 a): Geologische Karte von Bayern 1 : 25 000. Erläuterungen zum Blatt Nr. 7328 Wittislingen. — 186 S., 17 Abb., 6 Tab.; München.

Gall, H. (1971 b): Obere Süßwassermolasse (Hangendserie) über Riestrümmermassen bei Graisbach (südöstliches Vorries) und ihre Bedeutung für die Landschaftsgeschichte der Schwäbisch-Fränkischen Alb. — Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol., **11**: 295—327, 6 Abb.; München.

Gall, H. & D. Müller (1977): Zur Entstehung der Pseudo-Impaktkrater auf der Südlichen Frankenalb (Bayern). — N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **1977** (6): 358—372; Stuttgart.

Gall, H., D. Müller & J. Pohl (1977): Zum geologischen Bau der Randzone des Ries-Kraters. — N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **1977** (2): 65—94, 5 Abb.; Stuttgart.

GAULT, D. E., W. L. QUAIDE & V. R. OBERBECK (1968): Impact cratering mechanics and structures. — In: Shock metamorphism of natural materials. B. M. FRENCH & N. M. SHORT (eds.). Mono Book Corporation, 87—100; Baltimore.

GRIMM, W.-D. (1957): Stratigraphische und sedimentpetrographische Untersuchungen in der Oberen Süßwassermolasse zwischen Inn und Rott (Niederbayern). — Beih. Geol. Jb., 26: 97—199, 14 Abb., 1 Tab., Taf. 3—10; Hannover.

HÜTTNER, R. (1961): Geologischer Bau und Landschaftsgeschichte des östlichen Härtsfeldes (Schwäbische Alb). — Jh. geol. L.-Amt Baden-Württemberg, 4: 49—125, Abb. 3—7, Taf. 4, Tab. 1—2; Freiburg i. Br..

ILLIES, H. (1969): Nördlinger Ries, Steinheimer Becken, Pfahldorfer Becken und die Moldavite: strukturelle und dynamische Zusammenhänge einer Impact-Gruppe. — Oberrhein. geol. Abh., 18: 1—31, 16 Abb., Taf. 1; Karlsruhe.

LOŽEK, V. (1964): Quartärmollusken der Tschechoslowakei. — Rozpravy, 31: 374 S., 91 Abb., 22 Taf.; Prag.

MÜLLER, D.: Die prä- und postriesischen Obermiozän-Ablagerungen im Altmühl-Rezat-Gebiet. — 278 Mskr.-S., [in Druckvorbereitung].

REIFF, W. (1974): Einschlagkrater kosmischer Körper auf der Schwäbischen und Fränkischen Alb. — Aufschluß, 25 (7/8): 368—380; Heidelberg.

RUTTE, E. (1971): Neue Ries-äquivalente Krater mit Brekzien-Ejekta in der Südlichen Frankenalb, Süddeutschland. — Geoforum, 7 (1971): 84—92, 11 Abb.; Braunschweig.

RUTTE, E. (1972): Brekzien und neue Astrobleme in der Südlichen Frankenalb. — Nachr. dt. geol. Ges., 5: 33—34; Hannover.

RUTTE, E. (1974): Neue Befunde zu Astroblemen und Alemoniten in der Schweifregion des Rieskometen. — Oberrhein. geol. Abh., 23: 97—126, 14 Abb.; Karlsruhe.

RUTTE, E. (1975): Das Silifizierungsphänomen des Impactkraters Saal a. d. Donau. — Z. dt. geol. Ges., 126: 183—197; Hannover.

SANDNER, W. (1975): Irdische Meteoritenkrater: Verwischte Spuren kosmischer Einschläge. — Bild Wissensch., 12 (8): 50—56, 11 Abb., 2 Tab.; Stuttgart.

SCHMIDT-KALER, H. (1974): „Stopfenheimer Kuppel" keine Impaktstruktur. — N. Jb. Geol. Paläont. Mh., 1974 (2): 127—132, Stuttgart.

SCHNITZER, W. A. (1953): Sedimentpetrographische Untersuchungen an den postjurassischen Überdeckungsbildungen der mittleren, südlichen Frankenalb. — Geol. Bl. NO-Bayern, 3: 121—134, 2 Abb., 1 Tab.; Erlangen.

SCHNITZER, W. A. (1956): Die Landschaftsentwicklung der südlichen Frankenalb im Gebiet Denkendorf — Kösching nördlich von Ingolstadt. — Geologica Bavarica, 28: 1—47, 7 Abb., 1 geol. Kt.; München.

SCHNITZER, W. A. (1965): Geologie des Weißen Jura auf den Blättern Kipfenberg und Gaimersheim (Südliche Frankenalb). — Erlanger geol. Abh., 57: 1—45; Erlangen.

SCHNITZER, W. A. & W. BAUSCH (1974): Ein neuer Aragonit-Fundort bei Erlangen und die Genese der fränkischen Aragonit-Vorkommen. — Geol. Bl. NO-Bayern, 24 (4): 260—270; Erlangen.

STORZER, D., W. GENTNER & F. STEINBRUNN (1971): Stopfenheimkuppel, Ries Kessel and Steinheim Basin: a triplet cratering event. — Earth planet. Sci. Lett., 13: 76—78; Amsterdam.

STUCKE, W. (1973): Geologische und geophysikalische Untersuchungen im Bereich des Pfahldorfer Beckens auf der südlichen Frankenalb. — Oberrhein. geol. Abh., 22: 103—113, 5 Abb.; Karlsruhe.

WENZ, W. (1923—1930): Gastropoda extramarina tertiaria (I—XI). — Fossilium Catalogus, I. Animalia, Partes 17, 18, 20, 21, 22, 23, 32, 38, 40, 43, 46, 1—3387; Berlin.

WENZ, W. (1938—1944): Gastropoda. Teil I: Allgemeiner Teil und Prosobranchia (Amphigastropoda und Streptoneura). — Handb. Palaeozool., 6 (1): 1—1639, 4211 Abb.; Berlin.

WENZ, W. & A. ZILCH (1959—1960): Gastropoda. Teil II: Euthyneura. — Handb. Palaeozool., 6 (2): 1—835, 2515 Abb.; Berlin.